



## НЕОДИМОВЫЙ ЛАЗЕР В ЛЕЧЕНИИ ЛАРИНГОТРАХЕОСТЕНОЗА ПОСЛЕ ТРАХЕОСТОМИИ У ДЕТЕЙ МЛАДЕНЧЕСКОГО ВОЗРАСТА

Белорусский государственный медицинский университет<sup>1</sup>,  
6-я городская клиническая больница<sup>2</sup>, г. Минск,  
Республика Беларусь

**Цель.** Оценить эффект применения неодимового лазера для успешной деканюляции у детей с врожденным и приобретенным стенозом трахеи и трахеостомой.

**Материал и методы.** Проведено лечение 6 детям в 1-й городской клинической больнице г. Минска в 2011-2014 гг. Всем детям была выполнена трахеостомия при длительной интубации трахеи и с последующим развитием трахеостеноза. При обследовании детей использовали рентгенологический метод, эзофагогастроскопию ("PentaxEG-16K10"), бронхоскопию ("Olympus MAF TYPE GM"). Стеноз трахеи лечили с использованием медицинского multifunctional лазерного комплекса Multiline (ООО «Линлайн Медицинские системы», Беларусь), оснащенного высокоэнергетическим неодимовым лазерным излучателем. Детям с избыточным ростом грануляций в просвете трахеи выполняли вапоризацию грануляций пугловатым зондом с неодимовым лазерным излучателем с длиной волны 1340 nm, мощностью 15 Вт, с экспозицией 2 секунды. При рубцовом стенозе трахеи наносили насечки лазерным скальпелем с длиной волны 1064 nm, мощностью 20 Вт.

**Результаты.** Успешная деканюляция была у 5 детей, из которых 4 детям выполнено 3-5 сеансов лазерной терапии. У 1 ребенка с врожденным подскладочным стенозом гортани деканюляция стала возможной через 2 года, после 24 сеансов лазерной реканализации стеноза и абляции грануляций. Один ребенок после 9 сеансов лазерной терапии выбыл из-под наблюдения, результат не определен.

**Заключение.** Трахеостома у детей в младенческом возрасте способствует образованию грануляций в просвете трахеи с формированием стеноза, что в последующем препятствует успешной деканюляции. Применение неодимового лазера с эндоскопическим доступом при стенозе трахеи обеспечивает прямой доступ к очагу воздействия с визуальным контролем с целью вапоризации мягких тканей и реканализации просвета трахеи с успешной деканюляцией.

*Ключевые слова:* трахеостома, стеноз трахеи, неодимовый лазер, эндоскопия, дети

**Objective.** To evaluate the effect of neodymium laser application for successful decannulation in infants with a congenital and acquired tracheal stenosis and tracheostomy.

**Methods.** 6 children were being treated in the 1<sup>st</sup> City Clinical Hospital of Minsk in 2011-2014. All children underwent tracheostomy with a prolonged tracheal intubation and subsequent development of tracheostenosis. The children were examined using X-ray, esophagogastroscope (PentaxEG-16K10), and bronchoscopy (Olympus MAF TYPE GM). Tracheal stenosis was treated using a medical multifunctional laser complex Multiline ("Lineline Medical systems" Ltd, Belarus) equipped with a high-energy neodymium laser emitter. Children with excessive growth of granulations in the lumen of the trachea underwent vaporization of granulations by means of a bulbous probe with a neodymium laser emitter (wavelength of 1340 nm, power: 15 W, 2 sec. exposure). In cicatricial tracheal stenosis, incisions were made with a laser scalpel (the wavelength of 1064 nm, power of 20 W).

**Results.** Effective decannulation was observed in 5 children, including 4 children who underwent 3-5 treatment sessions. In 1 child with the congenital subglottic larynx stenosis, to perform the decannulation became possible after 2 years and 24 sessions of laser recanalization of stenosis and ablation of granulations. One child, after 9 treatment sessions, dropped out of observation, the result has not been defined.

**Conclusion.** Tracheostomy in children promotes the formation of granulations in the tracheal lumen with the formation of stenosis, which subsequently hinders a successful decannulation. The neodymium laser application with the endoscopic access provides the visual direct approach to the focus of impact with the aim of laser-induced vaporization of soft tissues and recanalization of the tracheal mass in children with short tracheal stenosis leads to successful decannulation.

*Keywords:* Tracheostomy, tracheal stenosis, neodymium laser, endoscopy, infants

Novosti Khirurgii. 2021 Jan-Feb; Vol 29 (1): 38-45

The articles published under CC BY NC-ND license

Neodymium Laser in Laringotracheostenosis Treatment after Tracheostomy in Children

A.N. Voronetsky, A.E. Danovich



### Научная новизна статьи

Впервые использован неодимовый лазер для лечения врожденного и приобретенного стеноза трахеи у детей раннего возраста, подвергшихся трахеотомии. Разработан метод восстановления просвета трахеи путем лазерной вапоризации избыточных грануляций в просвете трахеи и нанесения насечек лазерным скальпелем

в области рубца. Показано, что применение неодимового лазера с эндоскопическим доступом обеспечивает прямой доступ к очагу воздействия с визуальным контролем. Лазерная вапоризация мягких тканей и реканализация просвета трахеи при коротком стенозе трахеи у детей способствует успешной деканюляции.

#### **What this paper adds**

Firstly the neodymium laser for the treatment of congenital and acquired tracheal stenosis in children after tracheotomy has been used. The method has been developed for restoring the tracheal lumen by laser-induced vaporization of excessive tracheal granulation and making scalpel incisions in the scar area. It is shown the neodymium laser application with the endoscopic access provides the visual direct approach to the focus of impact. Laser-induced vaporization of soft tissues and recanalization of the tracheal lumen in children with short tracheal stenosis leads to successful decannulation.

#### **Введение**

Ларинготрахеальный стеноз у новорожденных детей может быть врожденным или приобретенным. Врожденный стеноз трахеи и гортани связан с нарушением органогенеза у плода, в ряде случаев сочетается с атрезией пищевода, трахеопищеводным свищем или обусловлен гемангиомой или лимфангиомой, папилломами гортани. Приобретенный стеноз трахеи может формироваться после хирургического вмешательства, при аспирации инородного тела, вследствие глубокого кислотного или электрохимического ожога пищевода с вовлечением в процесс окружающих тканей и трахеи и формированием трахео-пищеводного свища. Формированию стеноза трахеи также способствует продолжительная механическая вентиляция легких при интенсивной терапии ребенка младенческого возраста, в том числе при респираторной поддержке недоношенного новорожденного [1, 2, 3, 4].

В ряде случаев ребенку с ларинготрахеальным стенозом при необходимости длительной механической вентиляции легких выполняют трахеостомию, которая, в свою очередь, может стать дополнительным фактором механической частичной обструкции трахеи вследствие роста грануляций в просвете дыхательных путей вокруг краниальной части трахеостомической канюли. В подобных ситуациях в клинической практике складывается парадоксальный замкнутый круг: интубация трахеи необходима для обеспечения функции внешнего дыхания, трахеостомия выполняется для длительной механической вентиляции легких, однако каждое из этих интервенционных вмешательств может стать дополнительной причиной стеноза трахеи, и в последующем деканюляция становится затруднительной [3].

**Цель.** Оценить эффект применения неодимового лазера для успешной деканюляции у детей с врожденным и приобретенным стенозом трахеи и трахеостомой.

#### **Материал и методы**

Под наблюдением находились 6 детей, ко-

торые лечились в детском хирургическом центре на базе 1-й городской клинической больницы г. Минска в 2011-2014 гг.

Из 6 детей у 3 имелся врожденный порок развития (ВПР) со стенозом трахеи, у 3 стеноз трахеи приобретен вследствие длительной интубации. Всем 6 детям была выполнена трахеостомия. На начало лазерной терапии трое детей были в младенческом возрасте от 5 до 9 месяцев, одному ребенку было 2 года 9 месяцев и два ребенка были на пятом году жизни. Возраст начала и окончания терапии, показания для трахеостомы приведены в таблице 1.

При обследовании детей использовали рентгенологический метод, эзофагогастроскопию, бронхоскопию. Эзофагоскопию и бронхоскопию как с диагностической, так и с лечебной целью проводили под общим обезболиванием. Использовали гастроскоп "Pentax EG-16K10", имеющий внешний диаметр дистального конца 5,2 мм и торцевую оптику с углом поля зрения 140°. Трахеобронхоскопию выполняли аппаратом "Olympus MAF TYPE GM".

Стеноз трахеи лечили с использованием медицинского многофункционального лазерного комплекса Multiline (ООО «Линлайн Медицинские системы», Беларусь), оснащенного высокоэнергетическим неодимовым лазерным излучателем [5]. Детям с сужением просвета трахеи вследствие избыточного роста грануляций выполняли вапоризацию грануляций пуговчатым зондом с неодимовым лазерным излучателем с длиной волны 1340 nm, мощностью 15 Вт, с экспозицией 2 секунды. Одновременно при наличии рубцового стеноза трахеи выполняли реканализацию путем нанесения насечек лазерным скальпелем длиной волны 1064 nm, мощностью 20 Вт.

В послеоперационном периоде ребенок оставался в отделении реанимации и интенсивной терапии в течение 2-3 суток в связи с высоким риском отека слизистой оболочки в зоне воздействия лазером. Проводились контроль функции внешнего дыхания, клиничко-лабораторный мониторинг показателей гомеостаза, симптоматическая терапия.

Таблица 1

**Клиническая характеристика детей со стенозом трахеи**

Этиология стеноза трахеи	Показания для трахеостомии	Сопутствующая патология	Масса тела при рождении
ВПР расшифровка: ларинготрахеопищеводная расщелина 1 типа	Осложнение в послеоперационном периоде	нет	2550,0
ВПР: врожденный подскладочный стеноз гортани	Дыхательная недостаточность	Персистирующий открытый аортальный проток	2300,0
ВПР: врожденный стеноз верхней трети трахеи	Дыхательная недостаточность	нет	3260,0
Воспаление (коклюш), трахеостомия	Обструкция дыхательных путей	нет	3000,0
Длительная интубация, трахеостомия	РДС новорожденного. Длительная ИВЛ	Внутренняя гидроцефалия, судорожный синдром. Спастический тетрапарез. Задержка психоречевого развития. Гематогенный остеомиелит.	990,0
Длительная интубация, трахеостомия	Интенсивная терапия и длительная ИВЛ	Гепатит неясной этиологии. Синдром портальной гипертензии. Варикозное расширение вен пищевода 4 степени, кровотечение. Спленомегалия. Детский церебральный паралич, гемипарез справа. Судорожный синдром. Задержка психомоторного развития. Нейросенсорная тугоухость. Сходящееся косоглазие	1550,0

Критерием эффективности лазеротерапии являлось восстановление диаметра просвета трахеи до 7-8 мм, что обеспечивало нормальную функцию внешнего дыхания и возможность деканюляции. Длительность лазеротерапии составила от 3 месяцев до 1 года и 11 месяцев.

**Результаты**

Двоим детям в первом и шестом клинических случаях (таблица 1) до применения лазерной терапии были сделаны хирургические операции. В первом случае при рождении диагностирована ларинготрахеопищеводная расщелина, что было показанием для хирургической операции в возрасте 1 недели, с последующей трахеостомией. В шестом случае 3-летнему ребенку с тяжелой соматической патологией

хирургическое вмешательство выполнено для остановки кровотечения из варикозно расширенных вен пищевода с последующей длительной ИВЛ и трахеостомией. Каждому ребенку выполнено от 3 до 24 сеансов лазерной терапии с интервалом от 1 недели до 6 месяцев, что потребовало длительного периода лечения и наблюдения; возраст детей на начало и окончание терапии приведен в таблице 2.

Данные о лечении детей со стенозом трахеи с применением лазера приведены в таблице 2.

Ниже дано краткое описание клинических случаев в соответствии с данными и нумерацией из таблиц 1 и 2.

**Врожденные аномалии развития**

1. Ребенок родился доношенным, с малой

Таблица 2

**Лечение стеноза трахеи лазером с эндоскопическим доступом**

Возраст ребенка на начало и окончание лечения	Метод	Число сеансов	Деканюляция
1. 4 года 11 мес. — 5 лет 2 мес.	Лазерная абляция грануляций	3	да
2. 9 мес. — 2 года 8 мес.	Лазерная реканализация стеноза и абляция грануляций	24	да
3. 6 мес. — 1 год 10 мес.	Лазерная реканализация стеноза и абляция грануляций	9	нет*
4. 5 мес. — 2 года.	Лазерная абляция грануляций	4	да
5. 2 года 9 мес. — 3 года 5 мес.	Лазерная абляция рубцовой ткани	4	да
6. 4 года 4 мес. — 5 лет 9 мес.	Лазерная абляция грануляций	5	да

Примечание: \* — ребенок выбыл из-под наблюдения, окончательный результат не определен.

массой к сроку гестации. В новорожденном периоде диагностирована ларинготрахеопищеводная расщелина 1 типа и выполнена хирургическая пластика пищевода и трахеи. В связи с осложнением в послеоперационном периоде ребенку в возрасте 3 месяцев наложена гастростома и трахеостома. Гастростома была закрыта в 3 года 10 месяцев, трахеостомическая канюля удалена в 4 года 8 месяцев. Через 3 месяца (4 года 11 месяцев) после деканюляции у ребенка выявлен рубцовый грануляционный стеноз трахеи. При бронхоскопии обнаружены на расстоянии 2-3 см от голосовой щели в просвете трахеи рыхлые полиповидные грануляции 2-3 мм, не перекрывающие просвет трахеи. Лазерная вапоризация грануляций была выполнена 3 раза с интервалами 3 месяца и 1 неделя с удовлетворительным эффектом.

2. Ребенок из двойни рожден в срок с массой 2300 г. В возрасте 8 месяцев 5 дней поступил в стационар в тяжелом состоянии с симптомами дыхательной недостаточности: частота дыханий 46 в мин, частота сердечных сокращений 145 в мин. При поступлении был поставлен диагноз «ОРИ. Ринофарингит. Обструктивный бронхит. ДН 1-2 ст.». С целью дифференциальной диагностики для исключения аспирации инородного тела проведена трахеобронхоскопия, компьютерная томография, рентгенография. Ребенку выставлен диагноз: «Врожденный подскладочный стеноз гортани. Персистирующий открытый аортальный проток, гемодинамически незначимый». В связи с ухудшением состояния ребенка через 2 недели (8 месяцев 19 дней) выполнена трахеостомия. Трахеостома оставалась в течение 1 года 11 месяцев, в этот период ребенку проводили реканализацию гортани и верхнего отдела трахеи неодимовым лазером. При достижении диаметра трахеи 7-8 мм выполнена деканюляция. В возрасте 5 лет диагностирован наружный трахеальный свищ в области ранее стоявшей канюли, выполнено закрытие фистулы хирургическим способом.

3. Ребенок рожден в физиологический срок с массой тела 3260 г. Диагноз: «Врожденный стеноз в/3 трахеи (гортани?)». В 1 месяц 3 недели у ребенка замечено шумное дыхание, при обследовании признаков воспаления не выявлено. Через неделю от начала появления симптомов болезни при магнитно-резонансной томографии головы и шеи обнаружен в области гортани на уровне С4 гиподенсный участок треугольной формы размером 3×5×4 мм, деформирующий и сужающий просвет гортани на 50%. В связи с ухудшением внешнего дыхания ребенок госпитализирован в отделение интенсивной терапии и интубирован для вентиляции. При

бронхоскопии обнаружена обструкция мягкой тканью средней трети трахеи, ребенку выставлен диагноз «Стеноз верхнего отдела трахеи». При сохраняющейся дыхательной недостаточности в возрасте 5 месяцев 2 недель ребенку выполнена трахеостомия. Эндоскопическая лазерная вапоризация мягких тканей слизистой оболочки для восстановления просвета трахеи выполнена ребенку 9 раз в течение 1 года 4 месяцев с интервалом от 1 до 3 недель, однако трахеостомическая канюля оставлена. В последующем ребенок выбыл из-под наблюдения, исход лечения неопределенный.

### Воспаление дыхательных путей

4. Ребенок в возрасте 3 месяцев заболел коклюшем. В связи с тяжестью болезни ребенок интубирован, в возрасте 3 месяцев 13 дней сделана трахеостомия. После выздоровления на слизистой оболочке трахеи сохранялись грануляции, которые значительно сужали просвет трахеи. После 3-й эндоскопической операции лазерной вапоризации грануляций через 3,5 месяца при бронхоскопии визуализировались гиперемия и отек слизистой оболочки ниже голосовой щели, на протяжении от голосовой щели до канюли просвет трахеи составил 6 мм. У основания стомы на протяжении 1,0 см имелось разрастание слизистой оболочки с частичной облитерацией просвета трахеи. Последняя 4-я оперативная бронхоскопия, выполненная с интервалом 4 месяца, выявила сужение просвета трахеи до 6 мм, протяженностью 10 мм за счет грануляций слизистой оболочки возле основания трахеостомической канюли, выполнена лазерная вапоризация грануляций. Спустя 2 месяца, в возрасте 2 лет ребенку трахеостомическая канюля удалена. При обследовании ребенка в возрасте 6 лет 10 месяцев по данным компьютерной томографии, минимальный просвет трахеи 7,5 мм.

### Длительная вентиляция у недоношенных детей

Длительная интубация трахеи с последующим стенозом трахеи вызвана необходимостью респираторной поддержки при проведении интенсивной терапии и выхаживания у 2 недоношенных детей.

5. Ребенок родился на сроке гестации 26 недель с массой тела 990 г. Длительно лечился и выхаживался в связи с незрелостью органов и систем и респираторным дистресс-синдромом, в возрасте 3 месяцев ему была наложена трахеостома, которая сохранялась более 3 лет.

У ребенка из-за глубокой незрелости развился спастический тетрапарез, внутренняя гидроцефалия, задержка психоречевого развития вследствие очагового поражения ЦНС, судорожный синдром. В возрасте 2 лет 5 месяцев, ребенок с острым гематогенным остеомиелитом правой голени поступил на лечение в отделение детской хирургии. В связи с длительным канюленосительством планово была выполнена бронхоскопия, и выявлено в области локализации канюли сужение трахеи рубцом до 3/4 ее просвета с избыточным ростом грануляций. С целью восстановления просвета трахеи ребенку была выполнена хирургическая трахеобронхоскопия с вапоризацией рубцовой ткани и грануляций трахеи и реканализацией стеноза трахеи с абляцией рубцовой ткани по описанной методике. Трахеостомическая канюля была сохранена. Всего операция выполнена 4 раза: первые три раза с интервалом 1 месяц, четвертое вмешательство спустя полгода. Канюля удалена у ребенка в возрасте 3 лет 5 месяцев. Через 2 года у ребенка сформировался свищ трахеи, в связи с чем выполнена пластика трахеостомы. В возрасте 7 лет 10 месяцев врачом-оториноларингологом сделано заключение: «ЛОР-патологии не выявлено».

6. Ребенок рожден на сроке 34 недели с массой тела 1550 г. в связи с чем длительно находился на стационарном лечении и выхаживании. В возрасте 3 лет у ребенка возникло профузное кровотечение из варикозных вен пищевода с многократными рецидивами, в связи с чем длительно находился на стационарном лечении, получал гемостатическую, инфузионно-трансфузионную, склерозирующую терапию. Ввиду неэффективности проводимого лечения ребенку наложен дистальный сплено-ренальный анастомоз. Выставлен клинический диагноз «Хронический гепатит неясной этиологии. Синдром портальной гипертензии. Спленомегалия. Варикозное расширение вен пищевода 4 степени. Кровотечение из вен пищевода. Дистальный сплено-ренальный анастомоз. Субкомпенсированный стеноз трахеи. Детский церебральный паралич, гемипарез справа. Судорожный синдром. Задержка психомоторного развития. Нейросенсорная тугоухость. Сходящееся косоглазие». При стабилизации и улучшении состояния ребенка, после экстубации трахеи у ребенка появились и нарастали признаки дыхательной недостаточности, в связи с которой вновь начата искусственная вентиляция легких. Повторные попытки экстубации трахеи были безуспешны. Ребенку была выполнена трахеостомия. В последующем для восстановления просвета трахеи выполнялась

хирургическая трахеобронхоскопия с лазерной реканализацией трахеи и вапоризацией избыточных грануляций. Всего 5 сеансов лазерной терапии в течение 1 года 6 месяцев с интервалом от 3 до 6 месяцев.

### Обсуждение

В нашей работе приведены результаты лечения 6 детей раннего возраста, которым по жизненным показаниям была выполнена трахеостомия, а в последующем развился стеноз трахеи вследствие разрастания грануляций и образования рубца с локализацией у основания трахеостомической канюли. У 3 детей трахеотомия выполнена из-за необходимости длительной механической вентиляции легких. Интубационная оротрахеальная трубка у маленьких детей может иметь нестабильное положение, что при длительной интубации увеличивает риск подвязочного стеноза. Если пациент длительно остается на механической вентиляции легких и прогнозируется ее значительное продолжение, то решается вопрос о трахеотомии, которая у новорожденных детей имеет высокую частоту осложнений. Осложнения трахеостомии: гранулема и стеноз трахеи, трахеомалия, травматический трахеопищеводный свищ [3].

Педиатрические отчеты Национальной программы улучшения качества хирургических операций Американского колледжа хирургии (NSQIP Pediatric) показали, что наибольший вклад в общую заболеваемость в отоларингологии вносят дети младше 2 лет, подвергшиеся трахеостомии. Всего в период 2012-2013 гг. в 61 учреждении находились 206 детей младше 2 лет, которым была выполнена трахеостомия. В течение 30 дней после операции 50 (24,3%) детей имели серьезное осложнение, в том числе пневмонию (16 [7,8%]), послеоперационный сепсис (12 [5,8%]), инфекционное воспаление операционной раны (8 [3,9%]), смерть (12 [5,8%]) [6].

В нашем исследовании из троих детей, родившихся со стенозом трахеи, реконструктивная хирургическая операция на трахее и пищеводе была выполнена одному ребенку с последующей лазерной терапией, что завершилось успешной деканюляцией. Двоим детям с врожденным стенозом трахеи выполняли эндоскопическую абляцию и вапоризацию мягких тканей, уменьшавших просвет трахеи, деканюляция стала возможной после длительной терапии с многочисленными вмешательствами. Также успешная деканюляция после лазеротерапии стеноза трахеи стала возможной у ребенка с сопутствующей тяжелой

патологией печени, которая потребовала как хирургического лечения, так и склерозирующей терапии варикозного расширения вен пищевода эндоскопическим методом. Трахеотомия может быть отчаянной мерой при обструкции верхнего отдела дыхательных путей, но иногда выполняется при необходимости длительной вентиляции легких, как, например, в описанных в настоящей статье случаях интенсивной терапии недоношенных детей.

В отделении интенсивной терапии новорожденных Университета Калифорния-Сан-Франциско (UCSF) в период с 10 января 2010 года по 3 сентября 2013 года с интубацией и механической вентиляцией лечились 511 недоношенных детей с гестационным возрастом 28 недель или меньше и средней массой 701 г. В среднем возрасте 126 дней была выполнена трахеотомия 15 детям (2,9%), из которых 4 умерли, а из 11 выживших у 7 был постинтубационный стеноз или маляция [2].

Выполнение трахеотомии не является безопасным для детей младенческого возраста, коррелирует со сложным течением послеоперационного периода и должно быть строго обосновано [7, 8]. Однако в общей и торакальной хирургии нет тенденции к снижению частоты трахеотомии [9]. По данным Датского национального регистра пациентов, с 1979 по 2014 год было впервые зарегистрировано 510 детей от 0 до 15 лет с трахеотомией. В период 1979–2003 гг. показатель ежегодного процентного изменения (annual percentage change) трахеотомии снизился на 4,1%, но затем, в период с 2003 по 2014 год увеличился на 6,6%. У младенцев количество инцидентов трахеотомии было в 10 раз больше, чем у детей 12–15 лет, наиболее распространенным показанием к трахеотомии среди детей в возрасте от 0 до 2 лет были врожденные аномалии (48,3%) [10].

Частота осложнений трахеотомии у детей достигает 19,9%, при этом в большинстве случаев осложнением была гранулема [11]. Длительная зависимость детей от трахеостомии свыше 24 месяцев связана с развитием трахео-кожного свища после деканюляции. Этот вывод сделан по результатам лечения 164 детей, подвергшихся трахеотомии в период 2002–2011 гг. в детской больнице Техаса [12]. Трахеостомическая канюля может провоцировать воспаление, рост избыточных грануляций в просвете трахеи, что вызывает сужение ее просвета. Поэтому трахеостомия может усугублять уменьшение просвета трахеи при ее стенозе или может стать фактором, провоцирующим стеноз при значительном росте грануляций слизистой оболочки трахеи. В этом случае терапия стеноза трахеи

ставит целью ликвидацию и причинного фактора, и его следствия, что уменьшает шансы на успешный исход.

В литературе имеются немногие сообщения о применении методов деструкции тканей в просвете верхних дыхательных путей у детей при единичных наблюдениях [13]. Также сообщается о применении лазера в лечении субглоточного стеноза из-за причин, связанных с интубацией и неправильной процедурой трахеостомии у детей; положительным эффектом считали успешную деканюляцию, полученную в 71,4% случаев [14].

Лечение 10 детей в возрасте до 1 года с врожденной ларингомалицией, которая проявлялась стридором и одышкой, с применением лазера в импульсном режиме (ultra dream pulse laser) продемонстрировали венгерские специалисты Z. Tybiás et al [15]. Этот метод имел положительный терапевтический эффект, позволил избежать трахеотомии. Лишь у одного ребенка с постинтубационным стенозом в возрасте 4 лет описаны результаты лечения лазером ultra dream pulse с одновременным применением и мометазона, и митомицина [16].

Неодимовый лазерный излучатель в зависимости от выбранных технических параметров оказывает на биологические ткани точечное контактное или бесконтактное воздействие в режиме коагуляции, абляции и резания с минимальным травмированием окружающих тканей. Малоинвазивная технология с эндоскопическим доступом с воздействием лазера обеспечивает минимальную операционную и психологическую травму пациента, может использоваться повторно без длительного пребывания пациента в стационаре и при правильной оценке показаний имеет хороший терапевтический эффект.

## Заключение

Трахеостомия у детей в младенческом возрасте является дополнительным повреждающим фактором, вследствие которого образуются грануляции слизистой слоя трахеи, формируется стеноз трахеи, независимо от показаний для трахеостомии. Показания для трахеостомии у детей должны быть строго обоснованы, так как в последующем при лечении стеноза гортани и трахеи не во всех случаях возможна деканюляция. Применение неодимового лазера с эндоскопическим доступом при стенозе трахеи обеспечивает прямой доступ к очагу воздействия с визуальным контролем с целью вапоризации мягких тканей и реканализации просвета трахеи. При строгой оценке показа-

ний для лазерного лечения с учетом этиологии, уровня и протяженности стеноза трахеи возможна успешная деканюляция.

### Финансирование

Финансовой поддержки со стороны компаний-производителей медицинской техники авторы не получали.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют, что конфликт интересов отсутствует.

### Одобрение комитета по этике

Исследование одобрено этическим комитетом 1-й городской клинической больницы г. Минска.

### ЛИТЕРАТУРА

- Ozturk K, Erdur O, Sofiyev F, Onal IO, Annagur A. Noninvasive treatment of acquired subglottic stenosis. *J Craniofac Surg.* 2016 Jul;27(5):e492-e493. DOI: 10.1097/SCS.0000000000002809
- Wai KC, Keller RL, Lusk LA, Ballard RA, Chan DK. Characteristics of extremely low gestational age newborns undergoing tracheotomy: a secondary analysis of the trial of late surfactant randomized clinical trial. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2017 Jan 1;143(1):13-19. doi: 10.1001/jamaoto.2016.2428
- Watters KF. Tracheostomy in infants and children. *Respir Care.* 2017;62(6):799-25. doi: 10.4187/respcare.05366
- Jefferson ND, Cohen AP, Rutter MJ. Subglottic stenosis. *Semin Pediatr Surg.* 2016 Jun;25(3):138-43. doi: 10.1053/j.sempedsurg.2016.02.006
- Воронецкий АН, Данович АЭ. Неодимовый лазер в лечении врожденного трахеопищеводного свища у детей. *Новости Хирургии.* 2018;26(1):60-65. doi: 10.18484/2305-0047.2018.1.60
- Mahida JB, Asti L, Boss EF, Shah RK, Deans KJ, Minneci PC, Jatana KR. Tracheostomy Placement in Children Younger Than 2 Years: 30-Day Outcomes Using the National Surgical Quality Improvement Program Pediatric. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2016 Mar;142(3):241-46. doi: 10.1001/jamaoto.2015.3302
- Sittel C. Pathologies of the larynx and trachea in childhood. *Laryngorhinootologie.* 2014 Mar;93(Suppl 1):S70-83. doi: 10.1055/s-0033-1363212 [Article in German]
- Pullens B, Hoeve LJ, Timmerman MK, van der Schroeff MP, Joosten KFM. Characteristics and surgical outcome of 98 infants and children surgically treated for a laryngotracheal stenosis after endotracheal intubation: excellent outcome for higher grades of stenosis after SS-LTR. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2014 Sep;78(9):1444-48. doi: 10.1016/j.ijporl.2014.05.034
- Bowen AJ, Nowacki AS, Benninger MS, Lamarre ED, Bryson PC. Is tracheotomy on the decline in otolaryngology? A single institutional analysis. *Am J Otolaryngol.* 2018 Mar-Apr;39(2):97-100. doi: 10.1016/j.amjoto.2017.12.017
- Resen MS, Grønhøj C, Hjulær T. National changes in pediatric tracheotomy epidemiology during 36 years. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2018 Mar;275(3):803-808. doi: 10.1007/s00405-018-4872-0
- D'Souza JN, Levi JR, Park D, Shah UK. Complications Following Pediatric Tracheotomy. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2016 May 1;142(5):484-88. doi: 10.1001/jamaoto.2016.0173
- Ha TA, Goyal M, Ongkasuwan J. Duration of tracheostomy dependence and development of tracheocutaneous fistula in children. *Laryngoscope.* 2017 Dec;127(12):2709-12. doi: 10.1002/lary.26718
- Fastenberg JH, Roy S, Smith LP. Coblation-assisted management of pediatric airway stenosis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2016 Aug;87:213-18. doi: 10.1016/j.ijporl.2016.06.035
- Cevizci R, Dilci A, Can IH, Kersin B, Bayazit Y. Flexible CO2 laser treatment for subglottic stenosis. *J Craniofac Surg.* 2017 Jun;28(4):983-84. doi: 10.1097/SCS.0000000000003549
- Tóbiás Z, Pálinkó D, Sztanó B, Csanády M, Gál P, Rovó L. Endoscopic ultra dream pulse laser surgery of laryngomalacia. Our experiences gained during the introduction of the method in Hungary. *Orv Hetil.* 2017 Aug;158(33):1288-92. doi: 10.1556/650.2017.30722 [Article in Hungarian]
- Szabó L, Szakács L, Rovó L. Minimally invasive treatment of postintubation stenosis by use of Ultra Dream Pulse Laser and steroid-mitomycin in a 4-year-old girl. *Orv Hetil.* 2019 May;160(20):792-96. doi: 10.1556/650.2019.31361 [Article in Hungarian]

### REFERENCES

- Ozturk K, Erdur O, Sofiyev F, Onal IO, Annagur A. Noninvasive treatment of acquired subglottic stenosis. *J Craniofac Surg.* 2016 Jul;27(5):e492-e493. DOI: 10.1097/SCS.0000000000002809
- Wai KC, Keller RL, Lusk LA, Ballard RA, Chan DK. Characteristics of extremely low gestational age newborns undergoing tracheotomy: a secondary analysis of the trial of late surfactant randomized clinical trial. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2017 Jan 1;143(1):13-19. doi: 10.1001/jamaoto.2016.2428
- Watters KF. Tracheostomy in infants and children. *Respir Care.* 2017;62(6):799-25. doi: 10.4187/respcare.05366
- Jefferson ND, Cohen AP, Rutter MJ. Subglottic stenosis. *Semin Pediatr Surg.* 2016 Jun;25(3):138-43. doi: 10.1053/j.sempedsurg.2016.02.006
- Voronetsky AN, Danovich JIE. Neodymium laser in treatment of congenital tracheoesophageal fistula in children. *Novosli Khirurgii.* 2018 Jan-Feb; Vol 26 (1): 60-65. *Novosti Khirurgii.* 2018;26(1):60-65. doi: 10.18484/2305-0047.2018.1.60 (In Russ.)
- Mahida JB, Asti L, Boss EF, Shah RK, Deans KJ, Minneci PC, Jatana KR. Tracheostomy Placement in Children Younger Than 2 Years: 30-Day Outcomes Using the National Surgical Quality Improvement Program Pediatric. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2016 Mar;142(3):241-46. doi: 10.1001/jamaoto.2015.3302
- Sittel C. Pathologies of the larynx and trachea in childhood. *Laryngorhinootologie.* 2014 Mar;93(Suppl 1):S70-83. doi: 10.1055/s-0033-1363212 [Article in German]
- Pullens B, Hoeve LJ, Timmerman MK, van der Schroeff MP, Joosten KFM. Characteristics and surgical outcome of 98 infants and children surgically treated

for a laryngotracheal stenosis after endotracheal intubation: excellent outcome for higher grades of stenosis after SS-LTR. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2014 Sep;78(9):1444-48. doi: 10.1016/j.ijporl.2014.05.034

9. Bowen AJ, Nowacki AS, Benninger MS, Lamarre ED, Bryson PC. Is tracheotomy on the decline in otolaryngology? A single institutional analysis. *Am J Otolaryngol.* 2018 Mar-Apr;39(2):97-100. doi: 10.1016/j.amjoto.2017.12.017

10. Resen MS, Grünhøj C, Hjulær T. National changes in pediatric tracheotomy epidemiology during 36 years. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2018 Mar;275(3):803-808. doi: 10.1007/s00405-018-4872-0

11. D'Souza JN, Levi JR, Park D, Shah UK. Complications Following Pediatric Tracheotomy. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2016 May 1;142(5):484-88. doi: 10.1001/jamaoto.2016.0173

12. На ТА, Goyal M, Ongkasuwan J. Duration of tracheostomy dependence and development of tracheocutaneous fistula in children. *Laryngoscope.* 2017

Dec;127(12):2709-12. doi: 10.1002/lary.26718

13. Fastenberg JH, Roy S, Smith LP. Coblation-assisted management of pediatric airway stenosis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2016 Aug;87:213-18. doi: 10.1016/j.ijporl.2016.06.035

14. Cevizci R, Dilci A, Can IH, Kersin B, Bayazit Y. Flexible CO2 laser treatment for subglottic stenosis. *J Craniofac Surg.* 2017 Jun;28(4):983-84. doi: 10.1097/SCS.00000000000003549

15. Tóbiás Z, Pálkó D, Sztanó B, Csanády M, Gál P, Rovó L. Endoscopic ultra dream pulse laser surgery of laryngomalacia. Our experiences gained during the introduction of the method in Hungary. *Orv Hetil.* 2017 Aug;158(33):1288-92. doi: 10.1556/650.2017.30722 [Article in Hungarian]

16. Szabó L, Szakács L, Rovó L. Minimally invasive treatment of postintubation stenosis by use of Ultra Dream Pulse Laser and steroid-mitomycin in a 4-year-old girl. *Orv Hetil.* 2019 May;160(20):792-96. doi: 10.1556/650.2019.31361 [Article in Hungarian]

#### Адрес для корреспонденции

220116, Республика Беларусь,  
г. Минск, пр. Дзержинского, д. 83,  
Белорусский государственный медицинский  
университет, кафедра детской хирургии,  
тел. моб.: +375 029 32-902-32,  
e-mail: anvoron@mail.ru,  
Воронетский Александр Николаевич

#### Address for correspondence

220116, Republic of Belarus,  
Minsk, Dzerzhinsky Av., 83,  
Belarusian State Medical University,  
the Pediatric Surgery Department,  
tel. mob.: +375 029 32-902-32,  
e-mail: anvoron@mail.ru,  
Voronetsky Alexandr N.

#### Сведения об авторах

Воронетский Александр Николаевич, к.м.н., доцент  
кафедры детской хирургии, Белорусский государственный  
медицинский университет, г. Минск,  
Республика Беларусь.  
<https://orcid.org/0000-0001-7091-376X>  
Данович Александр Эмильевич, заведующий от-  
делением эндоскопии, 6-я городская клиническая  
больница, г. Минск, Республика Беларусь.  
<https://orcid.org/0000-0002-8149-2363>

#### Information about the authors

Voronetsky Alexandr N., PhD, Associate Professor of the  
Pediatric Surgery Department, Belarusian State Medical  
University, Minsk, Republic of Belarus.  
<https://orcid.org/0000-0001-7091-376X>  
Danovich Alexandr E., Head of the Endoscopy Unit, the  
6<sup>th</sup> City Clinical Hospital, Minsk, Republic of Belarus.  
<https://orcid.org/0000-0002-8149-2363>

#### Информация о статье

Поступила 4 марта 2020 г.  
Принята в печать 18 января 2021 г.  
Доступна на сайте 1 марта 2021 г.

#### Article history

Arrived: 4 March 2020  
Accepted for publication: 18 January 2021  
Available online: 1 March 2021